

Marzemino: risultanze e problematiche enologiche

GIORGIO NICOLINI, ROBERTO LARCHER, MARIO MALACARNE¹

Riassunto

Il lavoro riassume le conoscenze sul *Marzemino* trentino ottenute dalla sperimentazione negli ultimi 20 anni. Si focalizzano gli aspetti compositivi di rilievo tecnologico. Si presentano dati relativi alla composizione di base delle uve, agli azotati a basso peso molecolare, ai composti polifenolici durante la maturazione, alla loro estraibilità in simil-vino in confronto con altre varietà ed in vinificazione con macerazione. Si confronta inoltre il quadro polifenolico ed i parametri cromatici di vini Marzemino sperimentali rispetto a quelli di altre varietà prodotte con identica tecnica di vinificazione. Analogamente si fa per il metanolo. Si presenta la variabilità compositiva riconducibile al clone, all'annata, alla zona di produzione e nell'invecchiamento in bottiglia. Si evidenziano inoltre effetti di varietà e di invecchiamento, con ricadute anche sensoriali, relativamente alla componente volatile solforata.

Parole chiave: Marzemino, ammonio, aminoacidi, azoto assimilabile, polifenoli, antociani, colore, metanolo, composti solforati.

INTRODUZIONE

Assieme a Chardonnay e Mueller-Thurgau, il Marzemino è la varietà che, dal punto di vista chimico-enologico, ha probabilmente ricevuto in provincia di Trento la maggior attenzione in termini di investimento economico fornito sinergicamente dall'ente pubblico e dai produttori. Basti ricordare lo sforzo sostenuto dalla fine degli anni '80 del secolo scorso dall'ormai disciolto Consorzio di Tutela del Vino Trentino Marzemino che, oltre a monitorare - in collaborazione con l'allora Laboratorio di Analisi e Ricerche dell'Istituto Agrario di San Michele all'Adige - gli aspetti chimico-compositivi dei vini commerciali pre-im-

1. Centro Trasferimento Tecnologico, Fondazione Edmund Mach - Istituto Agrario di S. Michele all'Adige - Via E. Mach, 1 - 38010 San Michele all'Adige (TN) - Italia - giorgio.nicolini@iasma.it

bottigliamento con particolare attenzione ai polifenoli ed al colore, ha co-finanziato per un quinquennio lo studio delle performances del vitigno nell'area della Vallagarina nel Trentino meridionale; sforzo che si è concretizzato anche in un interessante libro dal titolo "*Il Marzemino Trentino D.O.C. L'ambiente, la vite, il vino. Il Contributo della ricerca scientifica*" pubblicato nel 1997 a cura di M. Falcetti e F. Campostrini. Altri significativi investimenti in sperimentazione e ricerca sono stati realizzati ad esempio per conto ed in collaborazione con la Società Agricoltori Vallagarina nel corso di appositi studi pluriennali di zonazione.

Molto resta indiscutibilmente ancora da fare e da conoscere sulla varietà, ma nel frattempo - ed è questo l'obiettivo del presente lavoro - cercheremo di compendiare e rivisitare quanto si è acquisito negli ultimi vent'anni di sperimentazioni, focalizzandoci su ciò che riteniamo possa avere le maggiori ricadute enologiche applicative. In questo ci sarà di guida la nutrita letteratura scientifica e tecnico-divulgativa che, a diversi livelli di approfondimento, ha visto coinvolto il Marzemino trentino; essa viene riportata nei riferimenti bibliografici - senza necessariamente essere citata passo-passo nel testo del presente articolo - come contributo per chi intendesse ulteriormente approfondire qualche aspetto.

MATERIALI E METODI

Il presente lavoro si configura sostanzialmente come una *review* sul Marzemino osservato dal punto di vista enochimico-tecnologico, conseguentemente per i dettagli su materiali e metodi si faccia riferimento alla letteratura citata.

DISCUSSIONE

La composizione di base

I dati presentati (fig. 1), relativi agli anni dal 1999 al 2009, si riferiscono a uve Marzemino (MZ, n=106), Merlot (ME, 88) e Cabernet sauvignon (CS, 42) prelevate da vari vigneti della Vallagarina al momento degli ultimi 2 campionamenti prevendemmiali realizzati a una e due settimane dalla raccolta. Sono anche riportati i dati relativi a Teroldego (TER, 84), campionato con identiche modalità nella piana Rotaliana, zona situata almeno 20 chilometri più a nord dell'areale di campionamento di MZ, ME e CS.

Il Marzemino, a fronte di un contenuto in solidi solubili inferiore di 1-2 gradi Brix rispetto a Cabernet sauvignon e Merlot, evidenzia una acidità totale tendenzialmente limitata, con poco tartarico, che a data di raccolta effettiva diviene particolarmente bassa, scendendo ulteriormente nel vino dopo la fermentazione malolattica. Tale situazione determina la necessità di ricorrere con una certa frequenza a correzioni acidiche in fase di pigiadiraspatura o in vino.

Gli azotati a basso peso molecolare dei mosti

Rispetto ad altre varietà bianche e rosse del territorio provinciale, nel Marzemino l'ammonio - misurato sulle uve appena pigiadiraspate e pressate a parità di pressione - è piuttosto basso, con media attorno ai 10 mg/L (dati 1999); analogamente avviene per la somma degli aminoacidi liberi la cui media è riportata poco al di sopra dei 1000 mg/L. Il profilo aminoacidico vede inoltre la netta prevalenza della prolina che da sola rappresenta il 42 % del totale degli aminoacidi liberi, seguita da lontano dall'arginina a concentrazioni circa dimezzate rispetto alla prima e, con contenuti ben al di sotto dei 100 mg/L ciascuno, dall'acido gamma-amminobutirrico e dall'alanina (fig. 2) [Nicolini *et al.* 2001 a]. Tale quadro azotato è all'origine di un contenuto di azoto prontamente assimilabile (PAN) piuttosto limitato che, misurato nel triennio 1999–2001, ha mostrato una mediana prossima ai 100 mg/L (Figura 3) - contro i ca. 160 mg/L del Teroldego, ad esempio - e ben il 25% circa dei campioni inferiori ai 60 mg/L. L'80 % dei campioni di Marzemino è al di sotto dei 140 mg/L considerati tradizionalmente un limite di possibile carenza per decorsi fermentativi regolari, livello al di sotto del quale si colloca invece "solo" il 58 % dei mosti nazionali [Nicolini *et al.* 2004 a]. Come per le altre varietà, l'azoto assimilabile delle uve Marzemino diminuisce con l'avvicinarsi della raccolta (Figura 4) e, come talora avviene, nel corso di una leggera surmaturazione. In quest'ultima fase in particolare, una presenza anche subepidermica di botrite può accentuare i problemi (principalmente rallentamenti fermentativi e produzione di note solforate) legati ad un'eventuale carenza nutrizionale di azoto per i lieviti.

La variabilità tra aziende per quanto attiene all'azoto assimilabile, pur per modalità di gestione dei vigneti di Marzemino non particolarmente differenti, può essere comunque piuttosto marcata (80 mg/L nel caso di fig. 5) ed è naturalmente superiore all'effetto medio dell'annata che è dell'ordine di 40 mg/L circa (fig. 6) [Nicolini *et al.* 2004 a,b].

La limitatezza dei contenuti di arginina nei mosti, congiuntamente alle gradazioni alcoliche non particolarmente elevate con le quali tale vino è solitamente messo in commercio e ai periodi di invecchiamento medio relativamente limitati cui è sottoposto in cantina e prima del consumo, mettono i vini Marzemino sostanzialmente al riparo da rischi di presenza di quantità di uretano degne di attenzione.

Polifenoli e colore

Merita ricordare che l'argomento è stato oggetto di studio fin dagli anni Settanta del secolo scorso quando Margheri ed i suoi collaboratori operanti a San Michele all'Adige avevano identificato e descritto le caratteristiche salienti dei vini Marzemino [Margheri 1972; Margheri 1976 a, b; Margheri *et al.* 1977; Margheri 1978].

Durante la maturazione delle uve

Un'indagine [Festi 2001] realizzata in tre vigneti (Volano, Ziresi, Nogaredo) nel corso di un'annata piuttosto calda come quella del 2000 ha confermato che gli antociani estrai-

bili dalle uve [Mattivi *et al.* 2002 a] crescevano con la maturazione raggiungendo un massimo per poi diminuire, ma tale massimo faticava a coincidere con la raccolta effettuata dalla cantina. Peraltro, il massimo differiva dal livello degli antociani estraibili valutato alla raccolta effettiva di solo ca. 100 mg/kg uva, valore che approssimativamente rappresentava circa il 10% del contenuto antocianico disponibile. Anche i polifenoli totali estraibili arrivavano a un massimo per poi calare; il contributo fornito ad essi dalle bucce rispetto a quello dato dai semi cresceva con la maturazione, arrivando a costituire ca. l'80% mentre inversamente calava l'apporto dai semi. Nei casi d'indagine, i polifenoli totali estraibili dalle bucce erano di poco superiori ai 700 mg/kg uva mentre quelli dai semi erano attorno ai 200 mg/kg uva.

Polifenoli estraibili dalle uve

L'estraibilità in simil-vino dei polifenoli dalle uve del Marzemino è stata studiata assieme a quella di altre 24 varietà nazionali a bacca rossa [Mattivi *et al.* 2003].

Il Marzemino è caratterizzato da:

- un contenuto polifenolico totale estraibile che potremmo definire medio (ca. 2400 mg/kg in un range su 25 varietà di 1500-4200 mg/kg),
- antociani decisamente elevati (ca. 1300 mg/kg, superati solo da Teroldego, Lagrein ed Enantio su un range di 350-1850 mg/kg),
- tannini medio-bassi, principalmente a peso molecolare abbastanza elevato, con indice di condensazione alto, con:
 - le catechine reattive alla vanillina in quantità di ca. 1600 mg/kg su un range di 850-3650 mg/kg e di cui l'80 % nei semi e solo il 20 % nelle bucce,
 - le proantocianidine in quantità di ca. 2500 mg/kg su un range di 1700-4250 mg/kg e di cui il 40 % nei semi.

Sono quindi tannini che, dal punto di vista tecnologico, possono essere definiti a lenta estraibilità.

Più recenti approcci per tioacidolisi HPLC-DAD-MS su estratti dalle uve in simil-vino [Mattivi *et al.* 2009] hanno confermato che i flavanoli monomeri sono localizzati in maniera largamente prevalente a livello di semi, dove maggioritaria è la epicatechina mentre nelle bucce lo sono invece l'epigallocatechina e la gallocatechina (fig. 7). Le conoscenze sulle proantocianidine oligomere indicano per le uve Marzemino un grado di polimerizzazione medio di 2-2.9 nei semi e di 2.6-3.6 nelle bucce. Relativamente ai flavonoli [Mattivi *et al.* 2006] - composti dall'elevata bioattività e interesse nutrizionale che nella pianta sono coinvolti nella protezione anti-UV e nei meccanismi di interazione pianta-patogeno - i contenuti nelle uve Marzemino sembrano essere medio-bassi, attorno ai 20 mg/kg, in un contesto di 64 varietà rosse con contenuti varianti tra 3.8 e 80.4 mg/kg con media 32.5 mg/kg e di 27 varietà bianche tra 1.4 e 30.2 mg/kg con media 10.8 mg/kg. Sulla base dei composti di questa classe, il Marzemino è associato al gruppo più numeroso delle varietà a bacca ros-

sa in cui la miricetina (M) sostanzialmente prevale sulla quercetina (Q) (rapporto M/Q tra 0.9 e 6.6). In questo, tra le varietà locali, il Marzemino è simile a Rebo e Teroldego ed un po' meno a Lagrein, ma è ben distinto dall'Enantio – il quale ha una maggiore percentuale di quercetina – ma lo è ancor di più da Schiave, Gropello e Moscato rosa dove la quercetina è ca. 6-10 volte la miricetina.

Durante la macerazione fermentativa

Le curve di estrazione dei flavonoidi durante la macerazione fermentativa sono state indagate con approcci spettrofotometrici rapidi e sono riportate in fig. 8. Nelle curve di scala sperimentale semi-industriale i tannini (FNA) sono inizialmente presenti in concentrazioni minori degli antociani e continuano a crescere con la macerazione. In relazione alle ben diverse e maggiori temperature di fermentazione, ed ai conseguenti livelli alcolici raggiunti più velocemente, gli andamenti estrattivi in scala industriale mettono in mostra un incremento della frazione tannica (FNA) la cui curva si sovrappone a quella degli antociani per poi continuare a salire a concentrazioni ben superiori di quelle registrate in scala sperimentale. L'uso di enzimi pectolitici [Nicolini e Mattivi 1997], permette non tanto di incrementare il contenuto antocianico quanto piuttosto di aumentare e anticipare l'estrazione della frazione tannica, favorendo probabilmente anche un più alto livello di condensazione antociani-tannini.

Confronto con altri vini rossi a parità di tecnica di vinificazione

Dal confronto con altri vini monovarietalisti rossi "autoctoni" ottenuti in scala-semi-industriale a parità di tecnica di vinificazione (2 follature/giorno, 7 giorni di macerazione, pressatura delle vinacce ed aggiunta del pressato al vino fiore, fermentazione malolattica completa) analizzati ad un anno dalla vendemmia [Mattivi e Nicolini, 1997] si evince come, focalizzando in particolare la situazione delle varietà cosiddette autoctone del territorio (fig. 9):

- il contenuto tannico dei vini Marzemino sia minore di quello degli altri autoctoni, con tannini tendenzialmente appena meno condensati di quelli del Teroldego, con valori simili a Lagrein e Merlot, e più condensati rispetto all'Enantio;
- il contenuto antocianico si confermi particolarmente elevato, superato solo da Lagrein e Teroldego;
- gli idrossicinnamati siano su valori medio-bassi, e decisamente o tendenzialmente minori di quelli degli altri autoctoni.

I profili percentuali (fig. 10) delle antocianine vedono per il vino Marzemino la netta prevalenza della malvina, delle trisostituite sulle disostituite, e le forme esterificate a rappresentare circa il 30%; per quanto riguarda gli idrossicinnamati si evidenzia una frazione elevata delle forme libere (ca. 1/3 del totale), analogamente al Merlot cui è simile anche per quantità assoluta, ed un elevato rapporto cumarico/*p*-cutarico [Mattivi *et al.* 1995 a]. A questo ri-

guardo, qualche approfondimento tecnologico circa la formazione di piranoantocianine, in relazione anche alla loro stabilità ed intensità del colore in particolare agli alti pH, com'è il caso del Marzemino, meriterebbe di essere realizzato. Primi dati sull'argomento sono stati presentati recentemente, su un vino Marzemino prodotto in Uruguay, in un lavoro di Alcalde-Eon *et al.* [2006] nel quale - oltre a confermare le principali caratteristiche di distribuzione degli antociani e a identificare tentativamente nella varietà la presenza di petunidin-3-(6"-acetilgalattoside) - è stata messa in luce la presenza di percentuali non irrilevanti di piranoantocianine e quella limitata di composti di condensazione diretta, ossia non mediata da acetaldeide, di antocianine con catechina o galocatechina.

Relativamente ai resveratroli (fig. 11), i vini Marzemino del Trentino hanno mostrato contenuti comparabili a quelli di Pinot nero e Cabernet dello stesso territorio [Mattivi *et al.* 1994].

La variabilità

La variabilità clonale

Il risanamento dei cloni SMA 9 e SMA 18 rispetto ad alcune virosi non ha determinato variazioni significative nelle caratteristiche più specificatamente enologiche [Malossini *et al.* 2009 a,b]. ISMA 353 e ISMA 355, i più recenti materiali clonali arrivati ad omologazione - ambedue produttivi, diversamente dallo SMA 9 - hanno dimostrato di poter fornire un grado Babo uguale o superiore allo SMA 18 (il riferimento clonale per il territorio) ma in particolare hanno fornito acidità e APA ben maggiori, riducendo i principali limiti enologici del Marzemino senza determinare significative penalizzazioni in termini polifenolici (Tabella 1).

La variabilità polifenolica e cromatica di origine territoriale e annuale

È stata studiata per 5 anni in una ventina di appezzamenti distribuiti in 4 zone dell'areale di produzione del Marzemino trentino realizzando vinificazioni standardizzate in scala semi-industriale che tendono a mettere meglio in evidenza le differenze esistenti sul territorio rispetto a quanto riscontrabile in scala industriale. La fig. 12 indica - facendo riferimento ai valori mediani - come la variabilità tra le annate sia particolarmente elevata, anche del 50-70%, e maggiore di quella tra le diverse zone la quale, comunque, è discretamente elevata arrivando al 30% circa. Quest'ultima è evidentemente maggiore se si fa riferimento ai singoli appezzamenti anziché alle mediane di zona. In termini di intensità colorante, la variabilità tra annate è di ca. 2.2 unità di assorbanza mentre tra zone è di ca. 1.5 unità; in termini di nuance, la prima è di ca. 25° mentre la seconda è di ca. 15°. La tradizionale tendenza della zona di Isera a fornire vini caratterizzati da maggiori contenuti tannici ed antocianici che determinano un colore di più elevata intensità e vivacità è stata confermata anche in questo studio [Mattivi *et al.* 1997].

La variabilità annuale dei vini commerciali

La variabilità annuale è messa ben in evidenza anche dalla fig. 13 dove sono messi a confronto vini commerciali del 1997 (n=19) e del 1998 (n=25) analizzati appena prima dell'imbottigliamento nell'ambito dei controlli volontari coordinati dal Consorzio sopra citato. I vini delle 2 annate sono assolutamente differenti per contenuti assoluti e rapporti di "tannini" e antociani, ed in termini di incidenza sulla colorazione dei vini giovani appare chiaro che il fattore principale è la quantità di antociani presenti. I livelli antocianici riscontrati sono di tutto rispetto anche in un'annata non ottimale come il 1997 e la costanza degli elevati valori dell'intensità colorante è confermata anche dai dati riportati da Versari *et al.* [2004] nei quali il Marzemino eccelleva rispetto a vini italiani di altre varietà per il suo colore nel quale i fenomeni di co-pigmentazione giocavano un ruolo rilevante.

La variabilità nell'invecchiamento in bottiglia

Indagato su vini sperimentali, l'intensità e la vivacità del colore dei vini Marzemino si mantengono anche dopo 4 anni di invecchiamento in bottiglia (Tabella 2); la prima resta sostanzialmente immutata nel tempo mentre la seconda, esprimibile attraverso la nuance, pur ovviamente diminuendo, resta comunque ancora elevata. L'evoluzione degli altri parametri (diminuzione degli antociani e dell'indice di condensazione dei tannini, spostamento degli indici di Glories verso le forme antociano-tannino non più decolorabili dalla solforosa ...) sono sostanzialmente coerenti con le attese.

Metanolo

Il metanolo nel Marzemino è stato studiato nel contesto di un confronto tra vini rossi ottenuti a parità di tecnica di vinificazione [Nicolini *et al.* 2000]. Appare evidente che i vini di tale varietà non sembrano essere particolarmente a rischio da questo punto di vista, collocandosi in una posizione sostanzialmente media tra i vini monovarietali analizzati (fig. 14). Considerando il pH alto, nonché il grado alcolico e il contenuto tannico varietale non eccessivi, tutti fattori che potrebbero far aumentare il contenuto di metanolo, si può avanzare l'ipotesi che nelle uve Marzemino il grado di metossilazione delle pectine possa non essere particolarmente elevato.

Composti volatili

La disponibilità di dati sul quadro aromatico dei vini Marzemino è piuttosto limitata. Margheri *et al.* [1977] hanno riportato alcuni valori relativi agli alcoli superiori, all'acetaldeide e all'acetato di etile, tutti parametri legati alla fermentazione. Relativamente alla componente di origine varietale, invece, Versini *et al.* [1990] hanno analizzato 2 campioni di vino commerciali confrontandoli con altri rossi ed hanno messo in evidenza come il Marzemino si differenziasse per contenuti di alfa-terpineolo glicosilato - composto piuttosto stabile nel tempo - dell'ordine degli 8-10 µg/L rispetto a Teroldego e Lagrein (0.2-1.2 µg/L) ed a Lambrusco a foglia frastagliata (22 µg/L), varietà quest'ultima successivamente chiamato Enantio.

La frequenza con la quale compaiono note solforate, di riduzione, nei vini Marzemino ha contribuito a spingere le attività di ricerca in questo campo. Previa messa a punto di adeguata metodica [Fedrizzi *et al.* 2007 a] si è pervenuti alla prima quantificazione in vini nazionali di alcuni composti di questa categoria, sia leggeri (p.eb. < 91°C) che pesanti (p.eb. > 91°C) (fig. 15).

Si è inoltre iniziato ad intravedere:

- la presenza di effetti varietali, ad esempio a carico del 2-(metiltio)-1-etanolo con il Merlot a contenuti statisticamente significativi maggiori del Marzemino e quest'ultimo a sua volta del Teroldego;
- ricadute sensoriali probabili come caso del 3-(metiltio)-propanolo per il quale nel Marzemino il 25% dei campioni analizzati superava i 3600 microgrammi per litro;
- possibili contributi olfattivi più specificamente varietali (fig. 16).

Si è inoltre confermato in diversi vini rossi monovarietali tra cui il Marzemino come il dimetilsolfuro cresca significativamente con l'invecchiamento, sostanzialmente quintuplicandosi nell'arco di 6 anni, e si è provato come invece il 2-mercaptoetanolo diminuisca nello stesso arco di tempo arrivando a circa 1/7 del suo contenuto iniziale [Fedrizzi *et al.* 2007 b].

CONCLUSIONI

Il presente articolo ha permesso di fare il punto degli aggiornamenti in campo enochimico-tecnologico avvenuti nell'ultimo ventennio sulle conoscenze che riguardano il Marzemino trentino. Accanto ad aspetti di indubbia positività, quali in particolare la ricchezza antocianica e le caratteristiche di pronta bevibilità e morbidezza che gli derivano dal quadro polifenolico, sono emersi alcuni aspetti che potremmo definire di criticità. Questi vanno ricondotti in primo luogo ad un livello acidico tendenzialmente limitato che non facilita la gestione microbiologica e non permette di mostrare appieno, senza interventi di acidificazione, la pienezza e vivacità del colore peraltro già particolarmente buone come confermato anche su vini commerciali [Versari *et al.* 2007] in confronto con quelli di altre varietà. La strada intrapresa del miglioramento delle selezioni clonali disponibili sta comunque già andando indiscutibilmente nella direzione di minimizzare tale criticità. Un ulteriore punto enologicamente critico è legato alla poca disponibilità di azoto prontamente assimilabile. Questa è all'origine, da una parte, della limitata spinta naturale della varietà a dare note fruttato-fermentative cui va messo rimedio con una adeguata scelta dei ceppi di lievito o se del caso con arricchimenti di rifermentazione su vino limpido, e dall'altra della tendenziale e tradizionalmente riconosciuta facilità del Marzemino ad assumere, in fase di fermentazione o successivamente, note olfattive "di riduzione". Al di là dell'ovvia possibilità correttiva sui mosti o, se agronomicamente accettabile, di un ripensamento della concimazione azotata in vigneto, anche in questo caso la selezione clonale intrapresa sembra anda-

re nella giusta direzione. È comunque illusorio confidare nelle estrazioni di azoto assimilabile dalle bucce nel corso della macerazione fermentativa per sanare eventuali significative carenze trofiche per i lieviti, visto che nella fase macerativa l'APA estraibile dalle bucce è al massimo il 25% di quello riscontrabile nella frazione liquida. La scelta inoltre di posticipare la raccolta vinificando uve in leggera surmaturazione o parzialmente appassite va controbilanciata integrando la dotazione di APA e, probabilmente anche di tiamina i cui contenuti potrebbero essere ridotti dall'eventuale presenza di botrite. Comunque, le ancora giovani conoscenze circa i composti volatili dei vini rossi e dei solforati in particolare e del reale ruolo di questi ultimi, tra la positività di qualcuno di essi - rispetto ad esempio all'estrinsecarsi della nota da frutti rossi - e la classica negatività di molti altri, meritano ulteriori sforzi di ricerca e sperimentazione.

Ringraziamenti

Un sentito ringraziamento ai molti colleghi autori della letteratura riportata, dai cui lavori è stata tratta buona parte dell'informazione utilizzata in quest'articolo.

BIBLIOGRAFIA

- ALCALDE-EON C., BOIDO E., CARRAU F., DELLACASSA E., RIVAS-GONZALO J.C. (2006). *Pigment profiles in monovarietal wines produced in Uruguay*. Am. J. Enol. Vitic. 57(4): 449-459.
- FEDRIZZI B., MAGNO F., MOSER S., NICOLINI G., VERSINI G. (2007 a). *Concurrent quantification of light and heavy sulphur volatiles in wine by headspace solid-phase microextraction coupled with gas chromatography/mass spectrometry*. Rapid Commun. Mass Spectrom. 21: 707-714.
- FEDRIZZI B., MAGNO F., BADOCCO D., NICOLINI G., VERSINI G. (2007 b). *Aging effects and grape variety dependence on the content of sulphur volatiles in wine*. J. Agric. Food Chem. 55: 10880-10887.
- FEDRIZZI B., NICOLINI G., MAGNO F., MOSER S., VERSINI G. (2007 c). *Evidence of possible ageing and variety effects on the contents of sulphur volatiles in red wines*. 8th Int. Enology Symp., "Oeno 2007". Bordeaux, 25-27 June 2007, IV.21.
- FESTI A. (2001). *Evoluzione durante la maturazione dei polifenoli nelle bucce e nei vinaccioli delle varietà Marzemino e Lagrein in Val Lagarina (Trentino)*. Diplomarbeit Fachhochschule Wiesbaden, Fachbereich Weinbau und Getränketechnologie.
- MALOSSINI U., RONCADOR I., CICCOTTI A.M., BERTAMINI M., NEDUNCHEZHIAN N. (2003). *Grapevine virus (GLRaV-1+GVA) inhibits pigments, RUBPC and photosynthetic activities in field grown grapevine (Vitis vinifera L. cv. Marzemino) leaves*. Proc. 14th Meeting ICGV, Locorotondo (Bari): 254-255.
- MALOSSINI U., RONCADOR I., NICOLINI G., MOSCON R., MATTIVI F., CICCOTTI A. M. (2004). *Selezione clonale del Marzemino: problematiche e prospettive*. Terra trentina 50(8): 32-36.
- MALOSSINI U., NICOLINI G., CICCOTTI A., ZULINI L., MATTIVI F., RAMPONI M., BIANCHEDI P.L. (2006). *Agro-nomical and enological performances of a "Marzemino" clone before and after virus (GLRaV-1 and GVA) elimination*. Extended abstracts 15th Meeting ICGV, Stellenbosch, South Africa, 3-7 April 2006: 132-133.
- MALOSSINI U., ZULINI L., RUBINIGG M., MATTIVI F., NICOLINI G., BRAGAGNA P., CICCOTTI A. M. (2007). *Primi riscontri sugli effetti del risanamento da accartocciamento fogliare e legno riccio della vite su un clone di Marzemino*. Italus Hortus 14(3): 208-211.
- MALOSSINI U., ZULINI L., VECCHIONE A., DECARLI E., BIANCHEDI P., MOSCON R., NICOLINI G. (2009 a). *Ef-*

- fects of GVA elimination on physiological, agronomic and oenological characteristics of a V. vinifera Marzemino clone.* Progrès Agricole et Viticole, 2009, Hors Série, Extended abstracts 16th Meeting of ICVG, Dijon (F), 31 Aug-4 Sept 2009: 254-255.
- MALOSSINI U., ZULINI L., NICOLINI G., VECCHIONE A., DECARLI E., BIANCHEDI P., MOSCON R. (2009 b). *Effects of GLRaV1 elimination on physiological, agronomic and oenological characteristics of two cv. Marzemino clones.* Progrès Agricole et Viticole, 2009, Hors Série, Extended abstracts 16th Meeting of ICVG, Dijon (F), 31 Aug-4 Sept 2009: 256-257.
- MARGHERI G. (1972). *Importanza dell'evoluzione delle sostanze polifenoliche nei vini rossi di qualità durante l'invecchiamento.* Ann. Ist. Sperim. Enol. III, 1: 3-8.
- MARGHERI G. (1976 a). *Importanza della conoscenza delle sostanze polifenoliche per la caratterizzazione dei vini e dei sottoprodotti della vinificazione.* Vini d'Italia 18, 101: 91-107.
- MARGHERI G. (1976 b). *Il vino Teroldego Rotaliano. Ricerche inerenti alla caratterizzazione dei vini a denominazione di origine controllata del Trentino.* Vini d'Italia 18, 104: 337-342.
- MARGHERI G., TONON D., MATTAREI C. (1977). *Il vino "Marzemino del Trentino". Ricerche inerenti alla caratterizzazione dei vini a denominazione di origine controllata del Trentino.* Vini d'Italia 19, 110: 301-308.
- MARGHERI G. (1978). *Ruolo dei composti polifenolici nella elaborazione dei vini rossi giovani.* Vignevini 5(10): 29-45.
- MATTIVI F., SCIENZA A., FAILLA O., VILLA P., ANZANI R., TEDESCO G., GIANAZZA E., RIGHETTI P. (1990). *Vitis vinifera: a chemotaxonomic approach - anthocyanins in the skin.* Proc. 5th Int. Symp. Grape Breeding, Vitis, Special Issue 1990: 119-133.
- MATTIVI F., NICOLINI G., SANCHEZ C. (1991). *Confronto tra il contenuto polifenolico di vini Marzemino, Pinot nero e Sangiovese dell'annata 1989.* Riv. Vitic. Enol. 44(1): 39-52.
- MATTIVI F., NICOLINI G., RENIERO F. (1994). *La presenza di composti fenolici idrossilati a struttura stilbenica nei vini: identificazione, analisi e studio del ruolo della tecnologia di vinificazione.* Acc. Ital. Vite Vino, Tornata in Franciacorta e S. Michele all'Adige, 4-6 nov. 1994.
- MATTIVI F., MONETTI A., NICOLINI G. (1995 a). *Composizione fenolica e caratterizzazione di vini rossi monovarietali.* L'Enotecnico 31(6): 69-79.
- MATTIVI F., NICOLINI G., MONETTI A. (1995 b). *Spectrophotometric analysis of polyphenols, a tool to characterize mono-variety red wines and orientate the winemaking process.* Proc. 4. Int. Symp. "Innovationen in der Kellerwirtschaft - Neue Erkenntnisse über Bedeutung der Polyphenole für Wein", Intervitis-Interfructa '95, Stuttgart-Killesberg (D), 18-25 Maggio 1995: 184-193.
- MATTIVI F., NICOLINI G., RENIERO F. (1995 c). *Composti antiossidanti del vino: i resveratroli.* Vignevini 22(9): 59-63.
- MATTIVI F., NICOLINI G. (1997). *Analysis of polyphenols and resveratrol in Italian wines.* BioFactors 6: 445-448.
- MATTIVI F., NICOLINI G., FALCETTI M. (1997). *La composizione polifenolica del vino Marzemino Trentino.* In: "Il Marzemino Trentino D.O.C. L'ambiente, la vite, il vino. Il contributo della ricerca scientifica". M. Falcetti & F. Campostrini (eds.): 135-150.
- MATTIVI F., NICOLINI G., VRHOVŠEK U. (1998). *Fattori varietali e tecnologici che determinano il patrimonio fenolico dei vini.* Atti Conv. "Aspetti tecnologici e nutrizionali di alcuni componenti minori dei vini" Siena, 4 Giugno 1998: 53-73.
- MATTIVI F., PRAST A., NICOLINI G., VALENTI L. (2002 a). *Validazione di un nuovo metodo per la misura del potenziale polifenolico delle uve rosse e discussione del suo campo di applicazione in enologia.* Riv. Vitic. Enol. 2002, 55(2/3): 55-74.
- MATTIVI F., ZULIAN C., NICOLINI G., VALENTI L. (2002 b). *Wine, Biodiversity, Technology, and Antioxidants.* Ann. N.Y. Acad. Sci. 957: 37-56.
- MATTIVI F., PRAST A., NICOLINI G., VALENTI L. (2003). *Il potenziale fenolico delle uve rosse e la sua applicazione in enologia.* L'Enologo 39(10): 105-114.
- MATTIVI F., GUZZON R., VRHOVŠEK U., STEFANINI M., VELASCO R. (2006). *Metabolite profiling of grape: Flavonols and Anthocyanins.* J. Agric. Food Chem. 54: 7692-7702.
- MATTIVI F., VRHOVŠEK U., MASUERO D., TRAINOTTI D. (2009). *Differences in the amount and structure of extractable skin and seed tannins amongst red grape varieties.* Aus. J. Grape Wine Res. 15: 27-35.
- NICOLINI G., MATTIVI F. (1995). *Utilizzo di enzimi nella vinificazione in rosso.* Vignevini 22(10): 44-48.
- NICOLINI G., MATTIVI F. (1997). *Vinificazione di uve rosse con enzimi pectolitici esogeni: esperienze effettuate nel 1994.* L'Enotecnico 33(3): 65-71.

- NICOLINI G., MATTIVI F., GIMENEZ MARTINEZ R., MALOSSINI U. (1998). *Importanza dei polifenoli dei vinaccioli nella composizione dei vini rossi del Trentino*. Riv. Vitic. Enol. 51(2): 31-50.
- NICOLINI G., GIMÉNEZ-MARTINEZ R., VERSINI G., DALLA SERRA A. (2000). *Varietal differences in the methanol content of experimental wines*. Ital. J. Food Sci. 12(2): 143-151.
- NICOLINI G., LARCHER R., RAMPONI M. (2001 a). *Contenuto di ammonio e profilo aminoacidico di mosti varietali dell'annata 1999*. L'Enologo 37(3): 79-87.
- NICOLINI G., LARCHER R., RAMPONI M. (2001 b). *Free aminoacids profile of juices of 12 grape varieties grown in Trentino (Italy)*. Ital. J. Food Sci. 13(2): 189-199.
- NICOLINI G., LARCHER R., BERTOLDI D. (2003). *Indagine sul tenore di ammine libere in mosti d'uve di varietà autotone*. Riv. Vitic. Enol. 56(1): 15-29.
- NICOLINI G., VERSINI G., LARCHER R. (2004 a). *Status of yeast assimilable nitrogen in Italian grape musts and effect of variety ripening and vintage*. Vitis 43(2): 89-96.
- NICOLINI G., LARCHER R., ECCLI E. (2004 b). *L'azoto prontamente assimilabile dai lieviti nei mosti d'uva*. L'Informatore agrario 60(34): 83-86.
- NICOLINI G., ECCLI E., LARCHER R. (2004 c). *Esperienze pluriennali di quantificazione dell'azoto assimilabile dai lieviti presente nei mosti trentini*. Terra trentina 50(8): 28-31.
- RONCADOR I., MALOSSINI U. (1997). *Il contributo della selezione clonale del Marzemino*. In: "Il Marzemino Trentino D.O.C. L'ambiente, la vite, il vino. Il contributo della ricerca scientifica". M. Falcetti & F. Campostrini (eds.): 89-101.
- VERSARI A., PARPINELLO G.P., MATTIOLI A.U. (2007). *Characterisation of colour components and polymeric pigments of commercial red wines by using selected uv-vis spectrophotometric methods*. S. Afr. J. Enol. Vitic. 28(1): 6-10.
- VERSINI G., DALLA SERRA A., RAPP A. (1990). *Profilo aromatico dell'uva e del vino Teroldego rotaliano*. Atti Conv. "Il Teroldego Rotaliano", San Michele all'Adige (TN), 1-2 sett. 1989, Facchini P. & Falcetti M. (eds.), Bollettino Isma, suppl. al n. 4, anno II: 69-81.

Tabella 1. Differenze clonali in uve Marzemino (2 appezzamenti x 4 anni; valori medi; sign. $p < 0.05$). [Malossini et al. 2004].

clone	°Babo	acidità totale (g/L)	pH	Antociani estraibili (mg/kg uva) (malvina)	Polifenoli estraibili bucce (mg/kg uva) (+)cat.	Polifenoli estraibili semi (mg/kg uva) (+)cat.	Azoto prontamente assimilabile (mg/L)
352	17.4	5.69abc	3.56b	813	975	781	115b
ISMA 353	17.2	6.54a	3.52b	752	913	860	159ab
ISMA 355	16.8	6.30ab	3.57b	764	901	617	198a
365	17.0	5.39bc	3.59b	859	924	776	144ab
SMA18	16.8	4.70c	3.73a	821	1031	855	121ab
366	16.6	6.05ab	3.55b	721	844	810	125ab
ISV11	17.2	5.63abc	3.59b	786	962	814	125ab
ISV13	17.0	5.53abc	3.55b	813	908	662	131ab

Tabella 2. Evoluzione della composizione polifenolica, del colore e degli indici di Glories di 59 vini Marzemino sperimentali analizzati a 1 e a 4 anni di invecchiamento in bottiglia.

(Legenda: PTOT= polifenoli totali/ total polyphenols, mg/L, +cat.; PROC= proantocianidine/ proanthocyanidins (Bate-Smith's reaction), mg/L, cian.; VAN= indice di vanillina / vanillin index, mg/L, + cat.; VAN/PROC = indice di condensazione dei tannini/ condensation index of tannins; AT= antociani totali / total anthocyanins, mg/L, malv.; AL= antociani liberi/ free anthocyanins, mg/L. malv.; IC= intensità colorante/ colour intensity, d420+d520, 10 mm; SO2 lib = free SO2)

Anno		PTOT (mg/L)	PROC (cian.)	VAN (cat.)	VAN/PROC	AT (mg/L)	AL (mg/L)	IC	NUANCE
1	media	1150	979	442	0.48	599	322	5.5	39.4
	dev.st	292	350	145	0.13	202	92	1.7	14.4
4	media	1102	1075	361	0.34	262	107	5.5	22.3
	dev.st	250	342	105	0.06	93	49	1.3	12.8

Anno		SO ₂ lib (mg/L)	dAL (1 mm)	dTA (1 mm)	dTAT (1 mm)	dAL%	dTA%	dTAT%
1	media	28.5	0.085	0.132	0.103	27.6	39.6	32.8
	dev.st	9.8	0.029	0.073	0.036	7.8	10.8	8.0
4	media	16.1	0.026	0.108	0.163	8.9	35.9	55.2
	dev.st	8.1	0.009	0.036	0.039	2.4	4.7	4.6

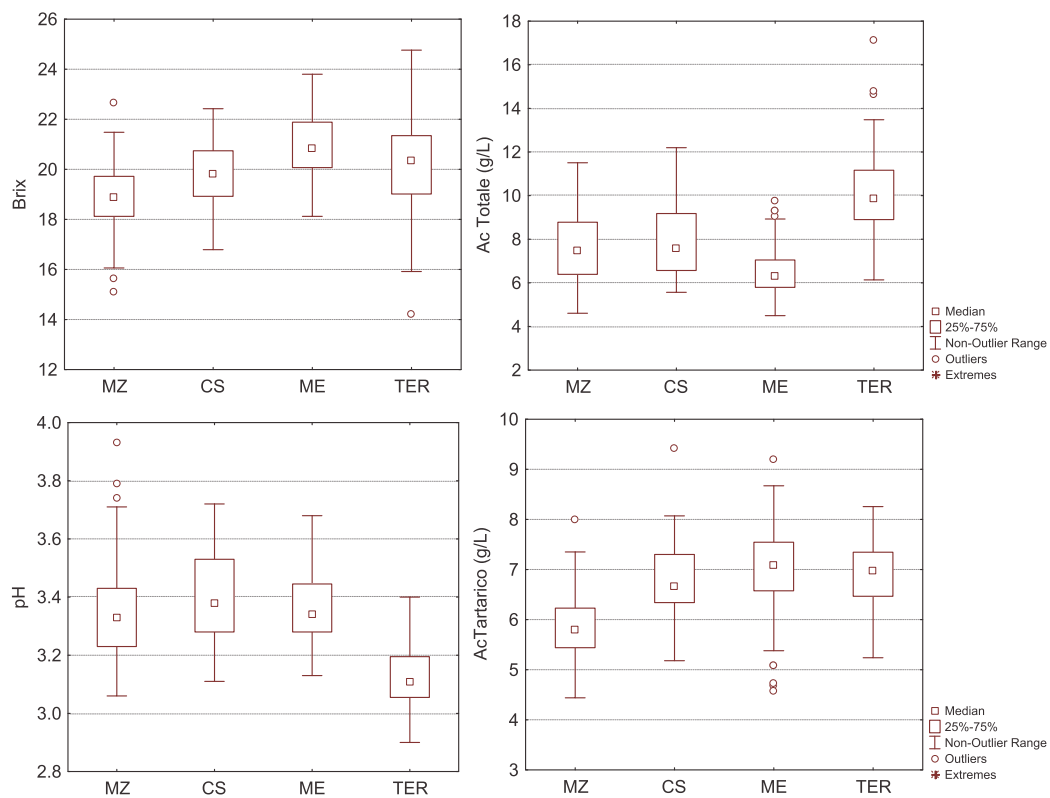


Fig. 1. Composizione di uve Marzemino (MZ, $n=106$), Merlot (ME, 88) e Cabernet Sauvignon (CS, 42) in Vallagarina (1999-2009). I dati si riferiscono agli ultimi 2 campionamenti prevendemmiali realizzati a una e due settimane dalla raccolta.

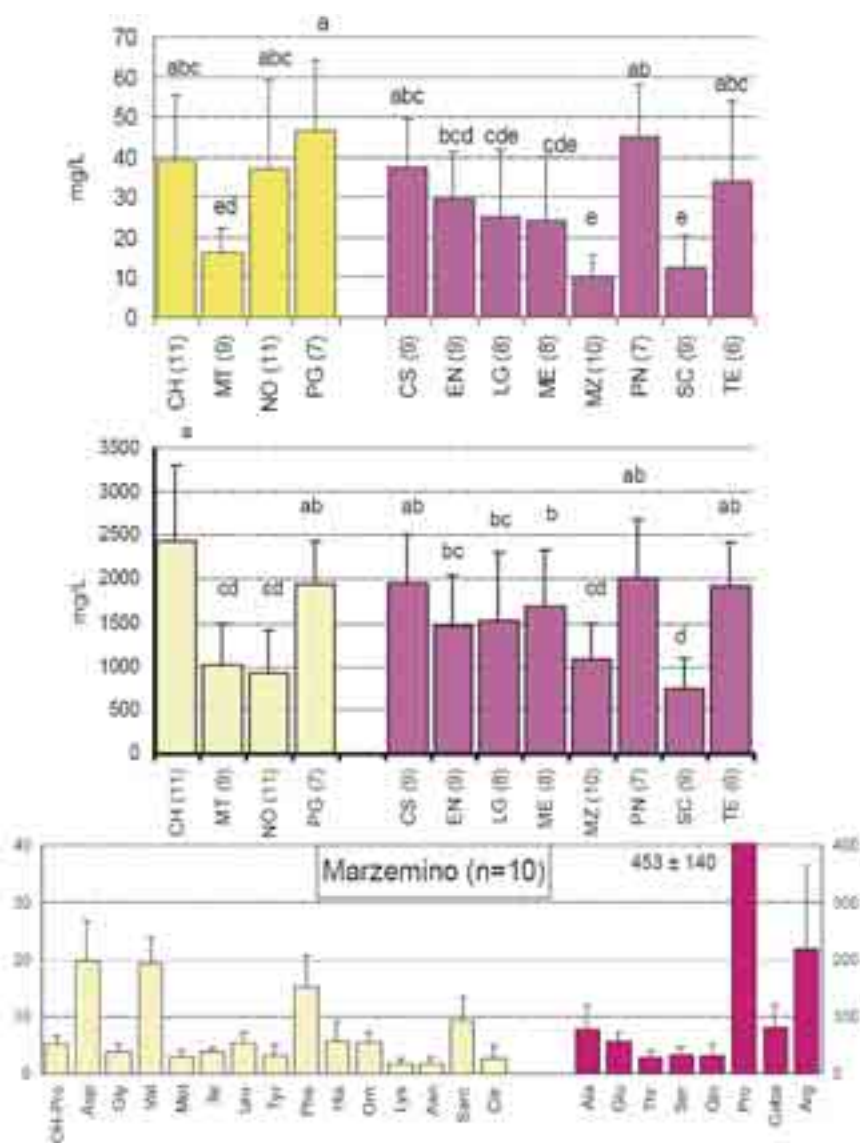


Fig. 2. Ammonio (sopra), somma degli aminoacidi liberi (al centro) e profilo aminoacidico (sotto, mg/L) di mosti Marzemino (MZ) in confronto con altre varietà bianche e rosse. Valori medi + dev.st. [Nicolini et al. 2001 a]. (Legenda: CH = Chardonnay; MT = Mueller-Thurgau; NO = Nosiola; PG = Pinot grigio; CS = Cabernet S., EN = Enantio; LG = Lagrein; ME = Merlot; PN = Pinot nero; SC = Schiava; TE = Teroldego).

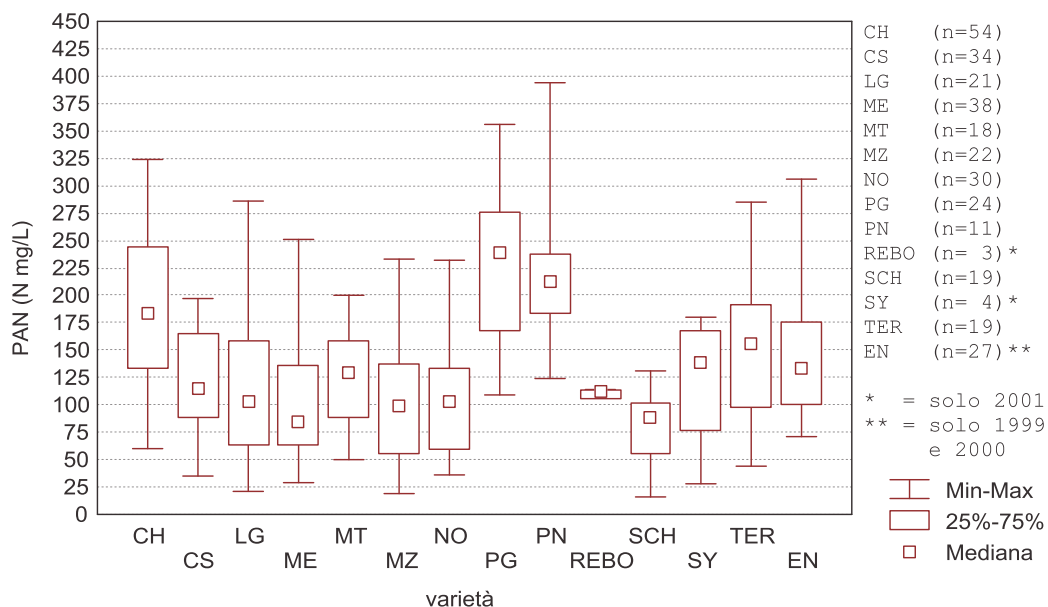


Fig. 3. Azoto prontamente assimilabile (PAN) in mosti varietali del triennio 1999-2001.
 (Legenda: vedi figura 2; SCH = Schiava, SY = Syrah, TER = Teroldego).

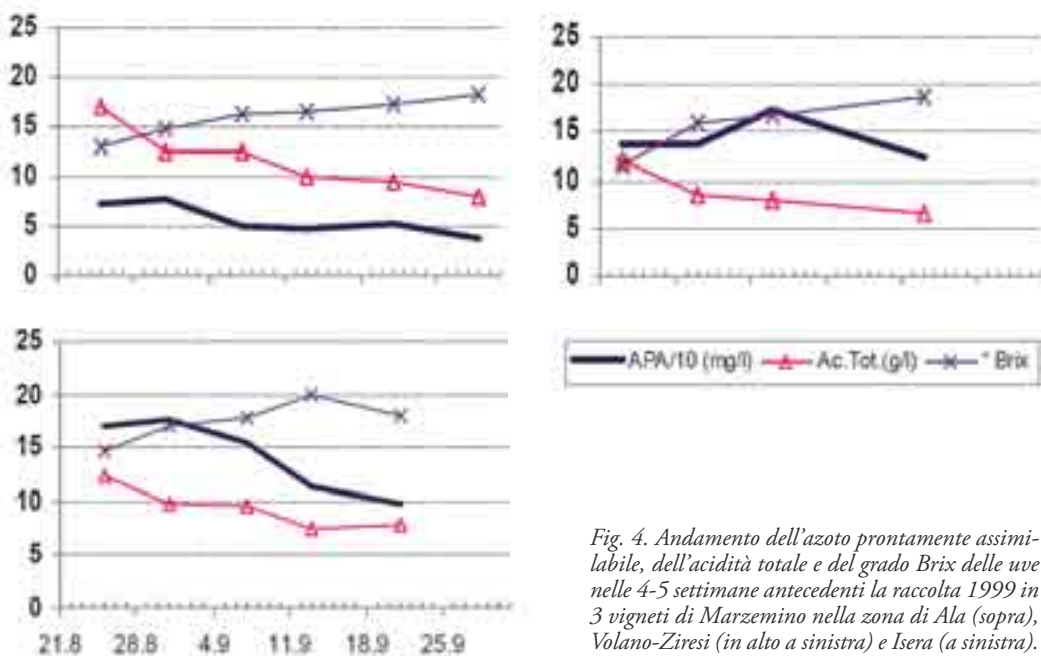


Fig. 4. Andamento dell'azoto prontamente assimilabile, dell'acidità totale e del grado Brix delle uve nelle 4-5 settimane antecedenti la raccolta 1999 in 3 vigneti di Marzemino nella zona di Ala (sopra), Volano-Ziresi (in alto a sinistra) e Isera (a sinistra).

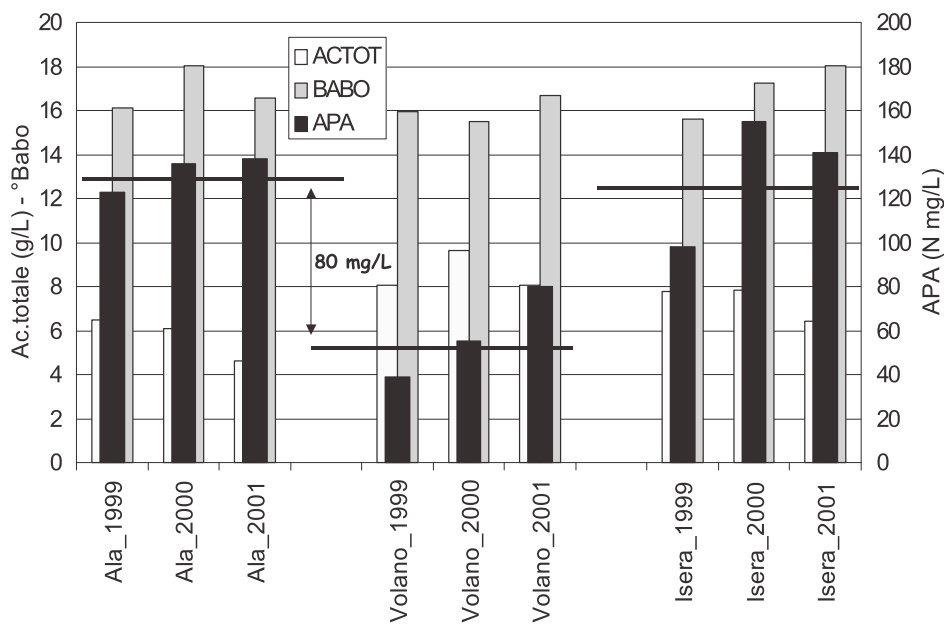


Fig. 5. Evidenza della variabilità compositiva delle uve Marzemino ottenute in differenti vigneti.

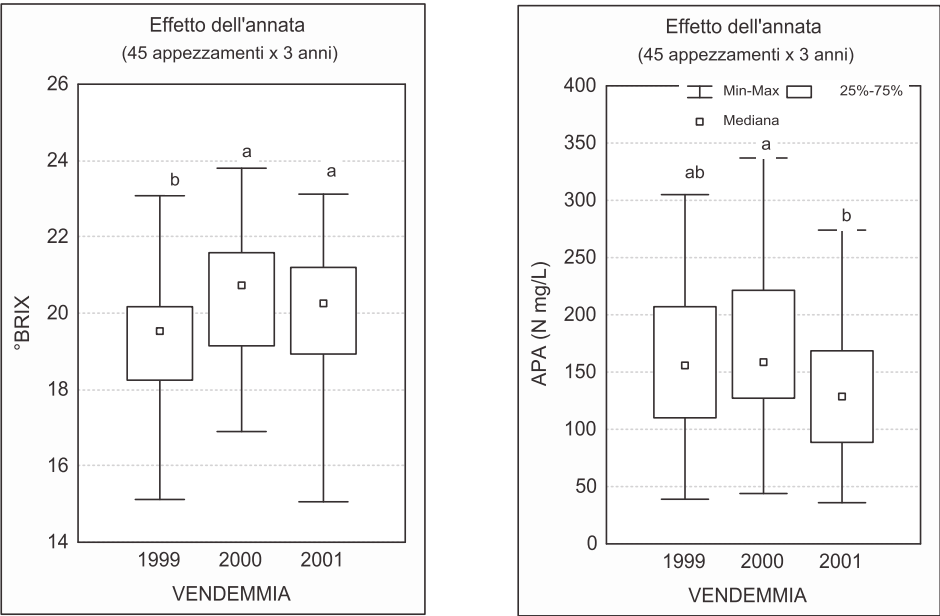


Fig. 6. Evidenza della variabilità annuale nella composizione delle uve.

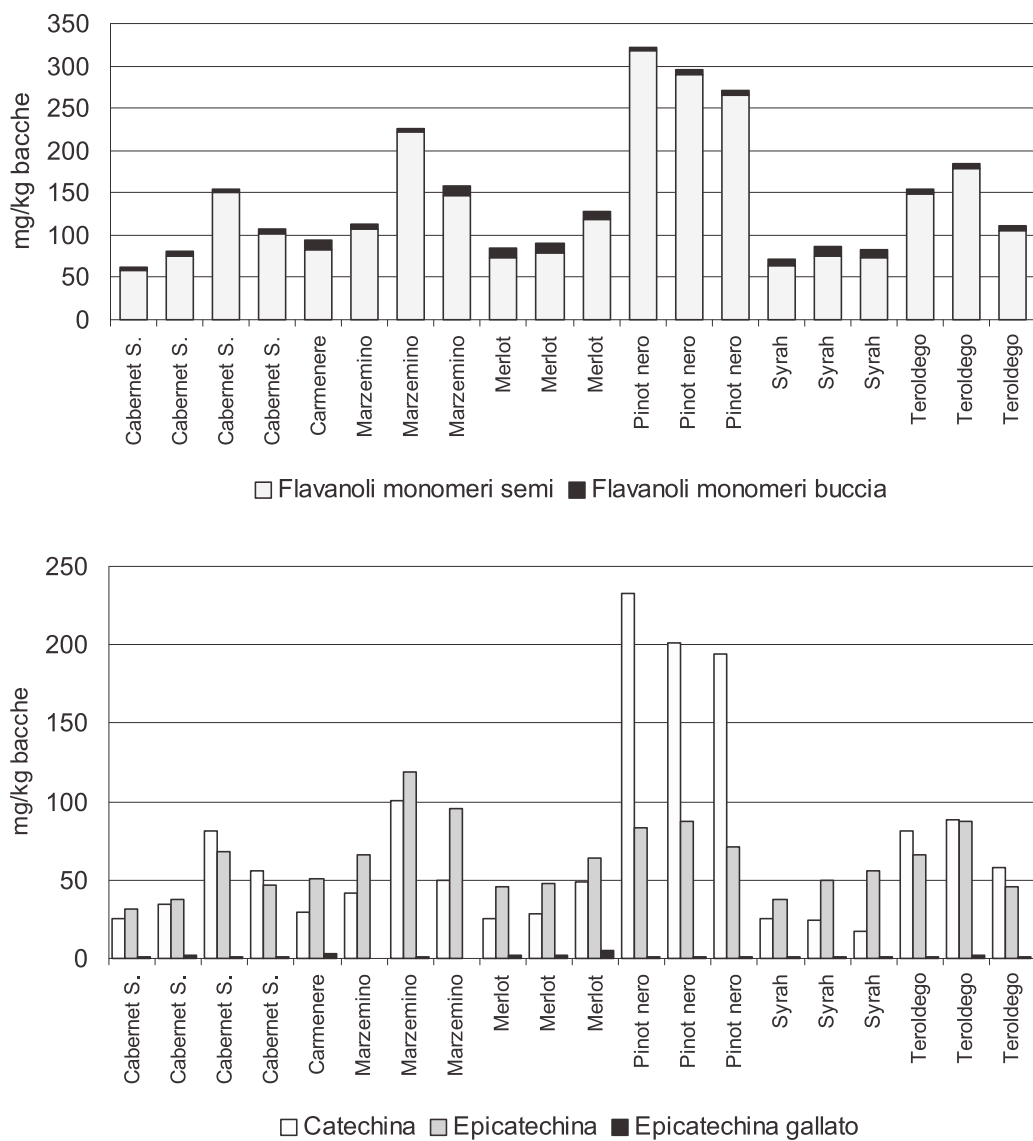


Fig. 7. Localizzazione (sopra) e composizione (sotto) dei flavanoli monomeri dell'acino [Mattivi et al., 2009; ridisegnato].

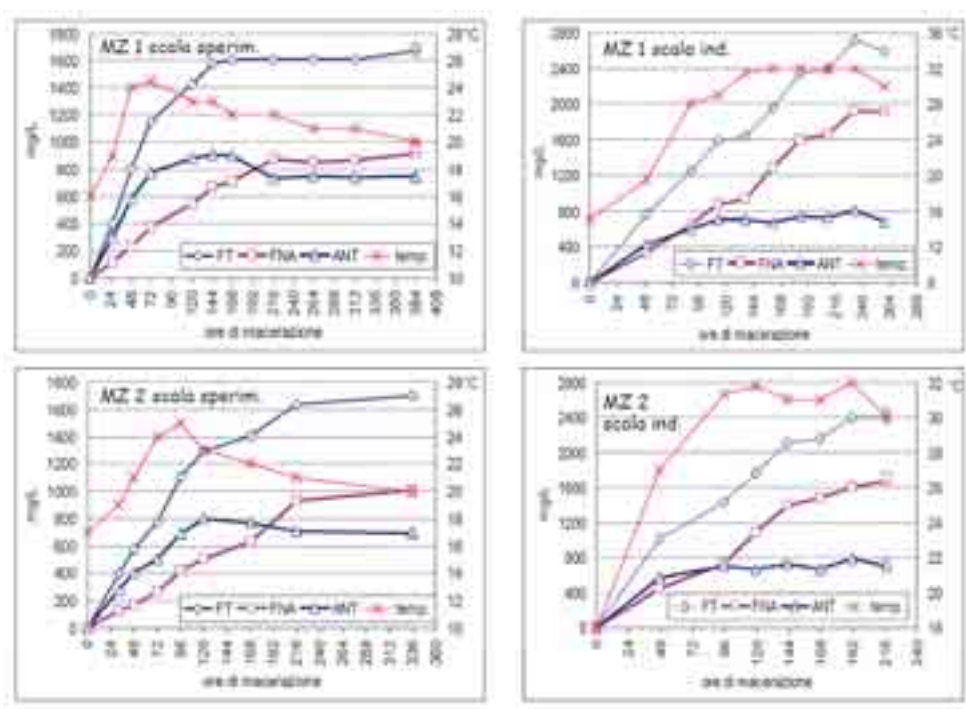


Fig. 8. Evoluzione durante la fase di macerazione fermentativa dei flavonoidi totali (FT), dei flavonoidi non antocianici (FNA) e dei flavonoidi antocianici (ANT) in Marzemino vinificati in scala sperimentale ed in scala industriale. Dati espressi come (+)cat.

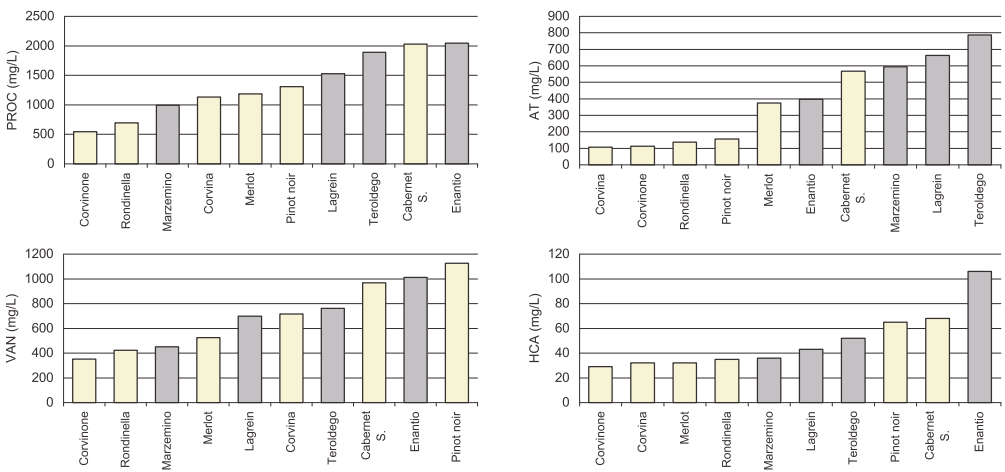


Fig. 9. Contenuto di proantocianidine (PROC), catechine reattive alla vanillina (VAN), antociani totali (AT) e idrossicinnamati (HCA) in vini di 1 anno ottenuti con la stessa tecnica di vinificazione [Mattivi e Nicolini, 1997; ridisegnato]. Evidenziate le 4 varietà "autoctone" trentine.

Fig. 10. Profilo percentuale delle antocianine (sopra) e dei derivati cinnamici (sotto) in vini monovarietali [Mattivi et al. 1998; ridisegnato].

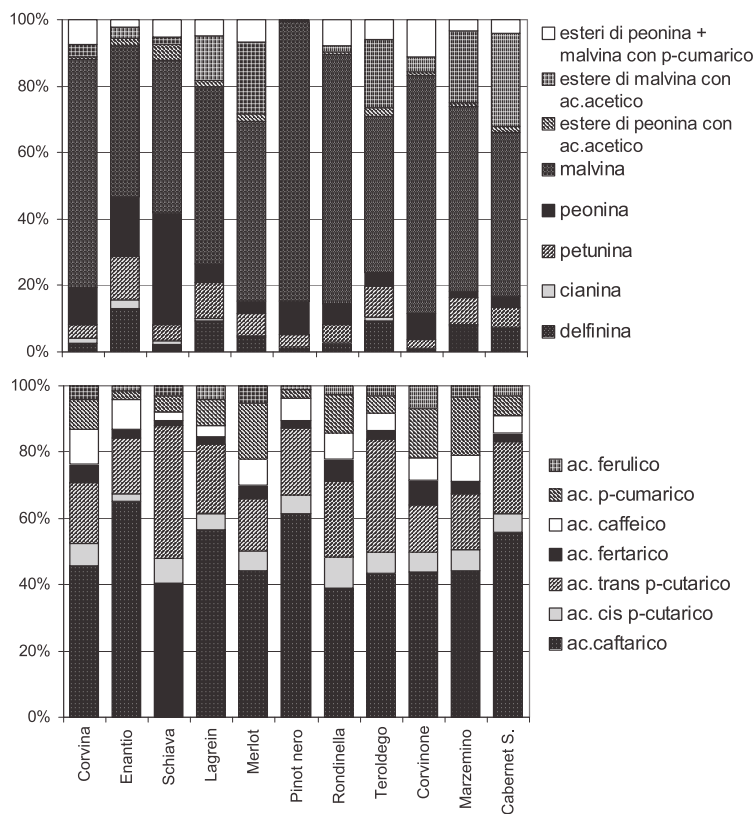
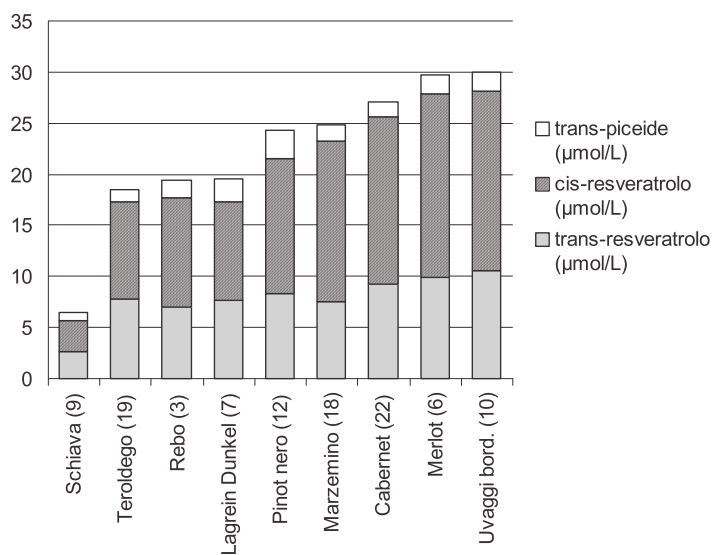


Fig. 11. Contenuto di stilbeni in vini commerciali del Trentino [Mattivi et al. 1994; ridisegnato].



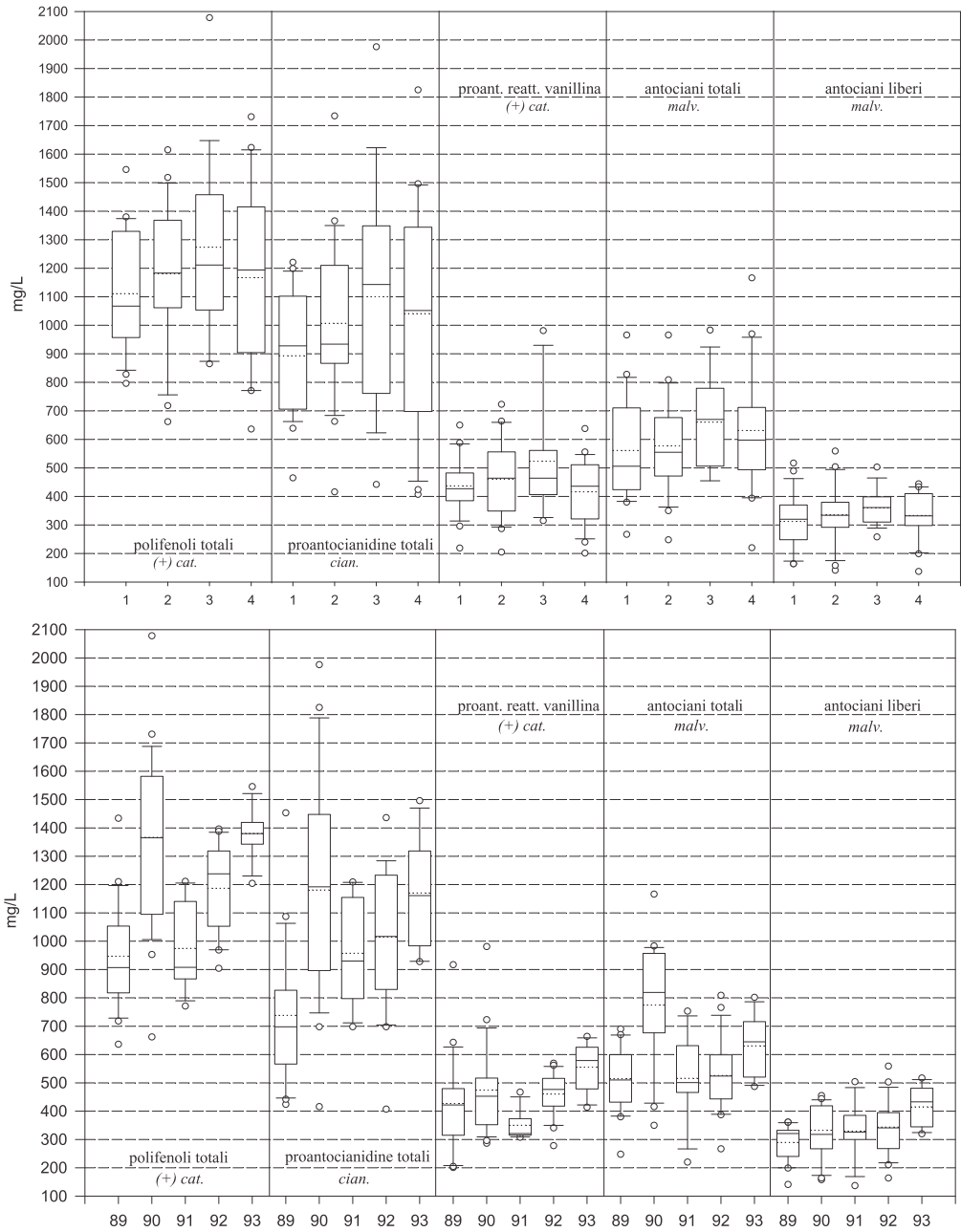


Fig. 12. Variabilità esistente tra zone di produzione (sopra; 1 = Ala, Pilcante, Sabbionara; 2 = Marco, Ravazzone, Loppio; 3 = Isera, Brancolino; 4 = Volano, Aldeno) e tra annate (sotto) nella composizione di vini Marzemino.

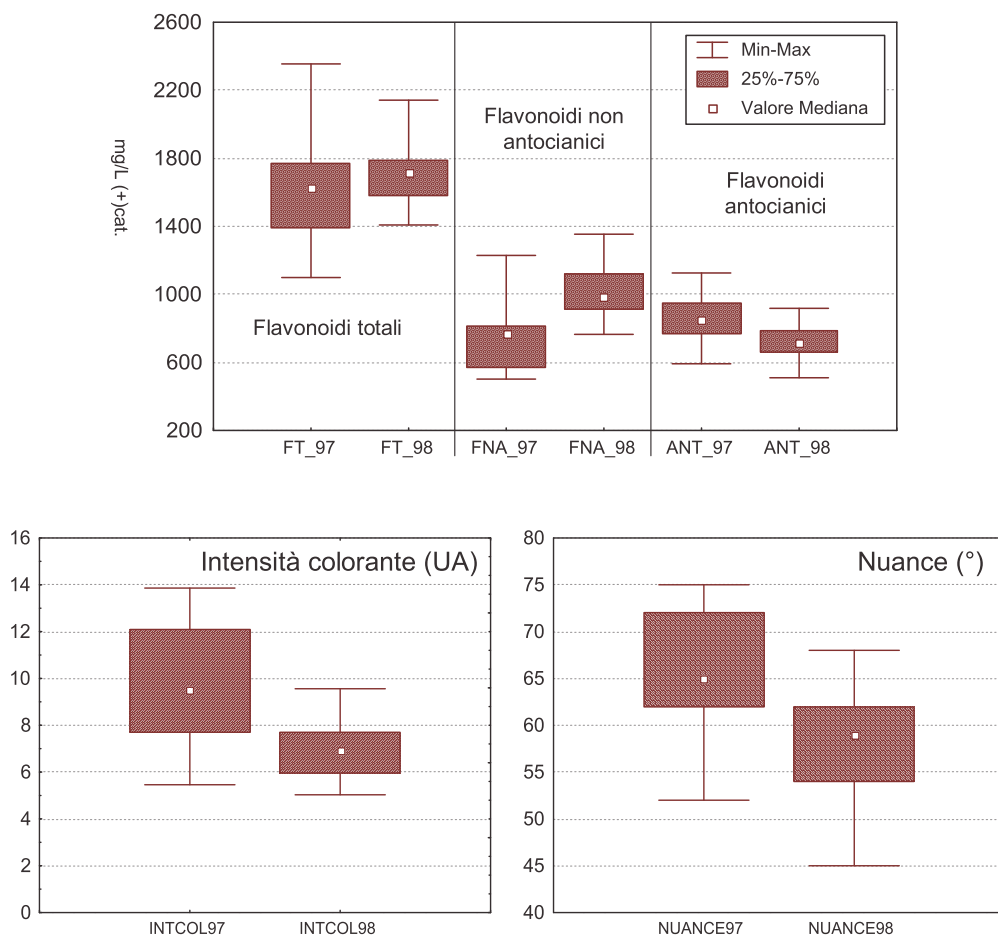
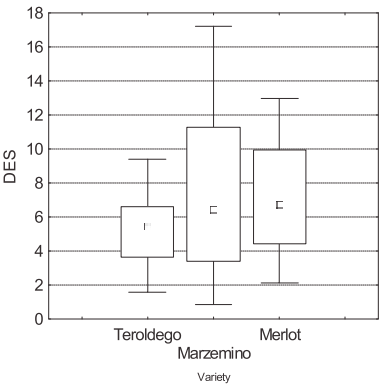
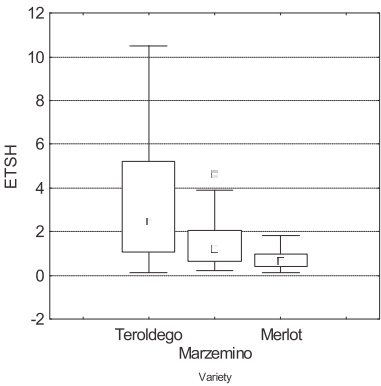
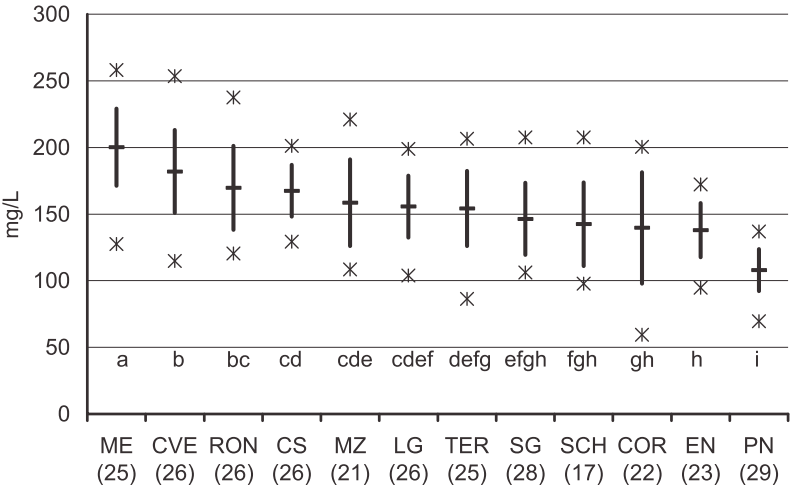


Fig. 13. Flavonoidi, intensità colorante e nuance di vini Marzemino commerciali delle annate 1997 e 1998 analizzati appena prima dell'imbottigliamento.

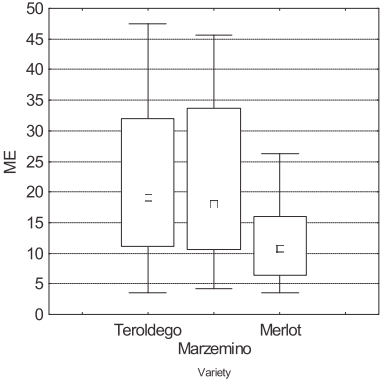
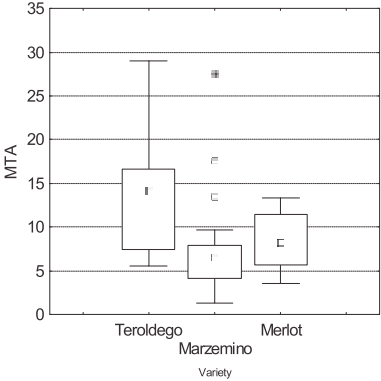
Fig. 14. Contenuto di metanolo in vini rossi monovarietali ottenuti con la stessa procedura di vinificazione [Nicolini et al. 2000; ridisegnato]. (Legenda: ME= Merlot; CVE= Corvnone; RON= Rondinella; CS= Cabernet sauvignon; MZ= Marzemino; LG= Lagrein; TER= Teroldego; SG= Sangiovese; SCH= Schiava; COR= Corvina; EN= Enantio; PN= Pinot nero)



"leggeri";
ridotto,
aglio, boekser

ETSH = Etantio:
s.o. 1 ug/L

DES = Dietilsolfuro:
s.o. 1-20 ug/L



"pesanti"

ME = 2-Mercaptoetanolo
s.o. 1-10 ug/L
pollame, boekser

MTA = Metiltioacetato

Fig. 15. Contenuto di composti solforati leggeri e pesanti in vini monovarietali rossi sperimentali [Fedrizzi et al. 2007 c; ridisegnato]

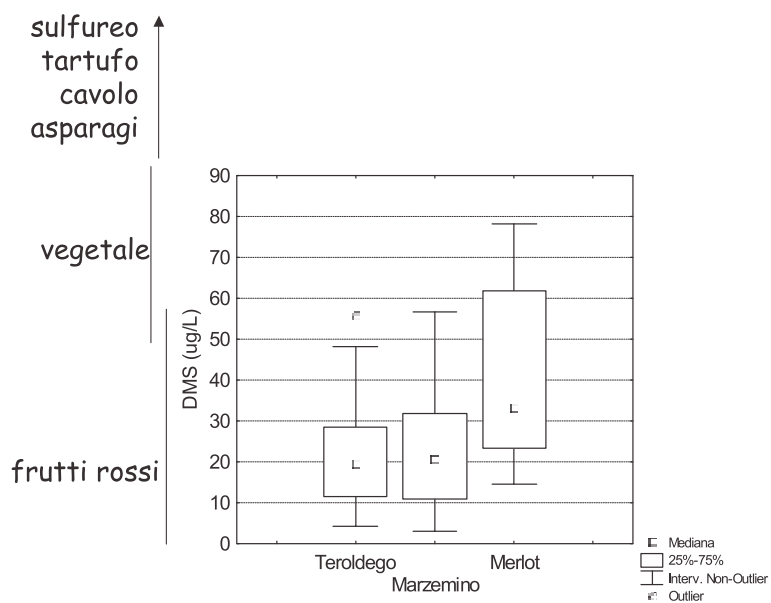


Fig. 16. Contenuti di dimetilsolfuro in vini monovarietali rossi sperimentali e ipotesi di un possibile contributo sensoriale del composto ai diversi livelli di concentrazione.